



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 34 114 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 02 B 31/04**

⑳ Aktenzeichen: 101 34 114.8  
㉔ Anmeldetag: 13. 7. 2001  
㉕ Offenlegungstag: 10. 10. 2002

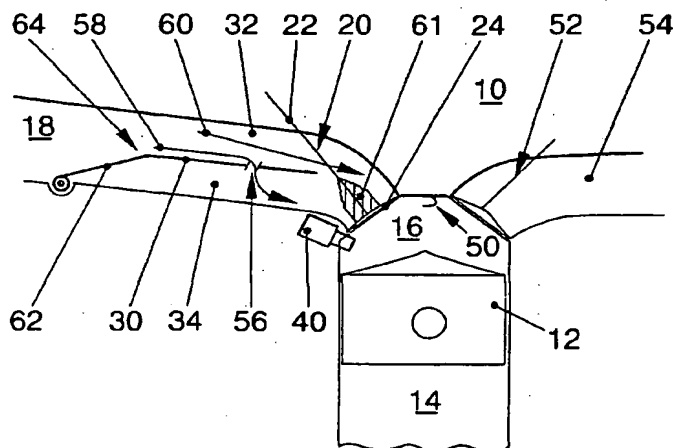
⑥ Innere Priorität:  
101 17 511. 6 07. 04. 2001  
⑦ Anmelder:  
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

⑦ Erfinder:  
Schweizer, Marc, 38106 Braunschweig, DE; Ebus,  
Feitse, 38446 Wolfsburg, DE; Fladung, Oliver, 38118  
Braunschweig, DE; Thiele, Fred, 38471 Rühren, DE;  
Theobald, Jörg, Dr., 38165 Lehre, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤ Brennkraftmaschine mit Direkteinspritzung

⑤ Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine, insbesondere Ottomotor, insbesondere eines Kraftfahrzeuges, mit einer Einspritzvorrichtung (40) für Kraftstoff (42), welche derart angeordnet und ausgebildet ist, daß diese den Kraftstoff (42) direkt in einen Brennraum (16) von Arbeitszylindern (14) der Brennkraftmaschine einspritzt, mit einem Ansaugkanal (18), welcher von einem Trennblech (30) in zwei Kanalhälften (32, 34) unterteilt ist, und mit wenigstens einem Einlaßventil (20) pro Arbeitszylinder, welches stromab des Trennbleches (30) angeordnet ist. Hierbei weist das Trennblech (30) wenigstens eine die Kanalhälften (32, 34) miteinander verbindende Öffnung (56) auf.



DE 101 34 114 A 1

DE 101 34 114 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine, insbesondere Ottomotor, mit Direkteinspritzung von Kraftstoff, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Benzinmotoren mit Direkteinspritzung des Kraftstoffes in den Brennraum, d. h. nicht in den Ansaugtrakt, leiden besonders an dem Problem der Bauteilverkokung. Eine Verkokung tritt besonders an der Ventilkehlung von Einlaßventilen auf. Eine genauere Analyse, wie es zu dieser Verkokung kommt gibt folgendes Ergebnis: Zuerst bilden Öl- und Kraftstoffkomponenten einen klebrigen Belag auf den Bauteilen. Dabei handelt es sich vorrangig um langkettige und verzweigte Kohlenwasserstoffe, d. h. die schwer flüchtigen Komponenten von Öl und Kraftstoff. Aromaten kleben hierbei besonders gut. Dieser klebrige Grundbelag dient als Grundlage für die Anlagerung von Rußpartikeln. Dadurch entsteht eine poröse Oberfläche, in die sich wiederum Öl- und Kraftstoffkomponenten einlagern. Dieser Vorgang stellt einen Kreisprozeß dar, durch den die Schichtdicke der Verkokung ständig zunimmt. Vor allem im Bereich der Einlaßventile stammen die Ablagerungen aus Blow-By-Gasen sowie innerer und externer Abgasrückführung, wobei die Blow-By-Gase sowie das zurückgeführte Abgas mit dem Einlaßventil direkt in Berührung kommt.

[0003] Insbesondere im Bereich der Ventilkehlung der Einlaßventile ist eine übermäßige Verkokung aus folgenden Gründen äußerst negativ: Bei Otto-Direkteinspritzern ist die erfolgreiche Entflammung der geschichteten Ladung erheblich von einer korrekten Ausbildung der Zylinderinnenströmung abhängig, die für einen sicheren Transport des eingespritzten Kraftstoffes zur Zündkerze sorgt, um dort eine sichere Entflammung zu gewährleisten. Ein Verkokungsbelag des Einlaßventils im Bereich der Ventilkehlung kann jedoch die Tumbleströmung ggf. so stark stören, daß es als Folge davon zu Zündaussetzern kommt. Diese können jedoch u. U. zu einer irreversiblen Schädigung eines im Abgastrakt angeordneten Katalysators zur Abgasreinigung führen. Ferner bildet der Verkokungsbelag des Einlaßventils im Bereich der Ventilkehlung einen Strömungswiderstand aus, der besonders im oberen Last- und Drehzahlbereich der Brennkraftmaschine zu erheblichen Leistungsverlusten aufgrund unzureichender Zylinderfüllung führen kann. Desweiteren verhindert der Verkokungsbelag des Einlaßventils im Bereich der Ventilkehlung ggf. einen korrekten Ventilschluß, so daß es zu Kompressionsverlusten und damit sporadischen Zündaussetzern kommt. Wiederum könnte dadurch der Katalysator irreversibel geschädigt werden. Von dem Verkokungsbelag des Einlaßventils im Bereich der Ventilkehlung können sich ggf. kleine Partikel lösen und in den Katalysator gelangen. Dort sind diese heißen Partikel ggf. Ursache für Sekundärreaktionen mit entsprechender lokaler Schädigung des Katalysators. Beispielsweise brennt sich ein Loch in die Katalysatorstruktur.

[0004] Insbesondere am Ventilschaft stromab eines Trennbleches im Einlaßkanal zeigen sich kugelförmige Ablagerungen. Durch das Abtropfen von schwersiedenden Kohlenwasserstoffen von dem Trennblech gegen den Ventilhals bzw. Ventilschaft bauen sich dort mit der Zeit kugelförmige Verkokungen nach dem zuvor erläuterten Ablauf auf. Diese Ablagerungen am Ventilschaft können durch unerwünschte Verwirbelungen und turbulente Strömungen um die kugelige Verkokung Strömungsdefizite zur Folge haben. Eine Ausbildung der stabilen Tumbleströmung von Zyklus zu Zyklus ist dadurch ggf. nachhaltig gestört.

[0005] Eine naheliegende Lösung wäre, diese Quellen für Ablagerungen beispielsweise vom Einlaßventil dadurch fern zu halten daß man auf die Einleitung von Blow-By-Ga-

sen in den Ansaugtrakt sowie auf eine Abgasrückführung ganz verzichtet. Jedoch ist bei den Brennverfahren von modernen Hubkolbenbrennkraftmaschinen aus Emissions- und Verbrauchsgründen zumindest eine externe Abgasrückführung sowie das Einleiten von Blow-By-Gasen in den Ansaugtrakt zwingend erforderlich, so daß dieser Ansatz nicht möglich ist.

[0006] Aus der US 4 809 662 ist es bekannt, einen Zündzeitpunkt soweit vor zu verstellen, daß sich eine erhöhte Temperatur im Brennraum ergibt, so daß dieser von Ablagerungen gereinigt wird.

[0007] Die EP 0 785 350 A2 beschreibt eine Kühlmaßnahme für eine Austrittsöffnung einer Kraftstoffeinspritzung, um Ablagerungen an der Einspritzöffnung zu verhindern. In ähnlicher Weise ist es aus der DE 197 47 268 A1 bekannt, durch Einspritzen von Zusatzflüssigkeit einen Düsenkörper der Einspritzdüse zu kühlen, was einer Verkokung der Düsenbohrung entgegen wirken soll.

[0008] Um Ablagerungen an der Einspritzdüse zu verhindern ist es aus der EP 0 798 560 A1 bekannt, auf einer Düsenhalteroberfläche etwas Kraftstoff zu halten.

[0009] Mit einer Verhinderung der Verkokung der Zündkerze beschäftigt sich die DE 197 56 119 A1. Hierzu wird von einem Steuergerät die Einspritzung von Kraftstoff vor der Entzündung desselben beendet. Dies soll die Verkokung der Zündkerze insbesondere beim Starten der Brennkraftmaschine vermeiden. In der DE 199 11 023 A1 wird zur Vermeidung der Verkokung der Zündkerze der Kraftstoff derart kegelförmig eingespritzt, daß eine Benetzung der Zündkerze mit Kraftstoff vermieden ist. Die US 5 913 302 beschreibt eine Reinigungsstrategie für eine Zündkerze einer Zweitakt-Brennkraftmaschine. Hierzu wird eine Zünddauer kurzfristig verlängert, wodurch Kohlenstoffablagerungen an der Zündkerze abgebaut werden.

[0010] Die US 4 703 734 beschreibt eine Ventilüberschneidung und ein sequentielles Öffnen von Einlaßventilen für den Betrieb bei niedrigen Drehzahlen sowie für den Betrieb bei hohen Drehzahlen, um die Ausbildung von Kohlenstoffablagerungen zu verhindern.

[0011] Aus der DE 31 33 223 A1 ist ein Verbrennungsmotor bekannt, bei dem Brennraum- sowie Ansaugrohrwandungen, welche in Kontakt mit dem zu zündenden Kraftstoff-Luft-Gemisch bzw. Verbrennungsgasen kommen, mit einem derartigen Material beschichtet sind, daß sich an diesen beschichteten Wandungen im Betrieb der Brennkraftmaschine derart hohe Temperaturen einstellen, daß eine Bildung von Ablagerung verhindert ist. Gleichzeitig ist jedoch die Wärmekapazität derart niedrig gehalten, daß die beschichtete Wandung eine Temperatur von während der Ansaug- und Kompressionstakte ankommendem Kraftstoff-Luft-Gemisch nicht wesentlich erhöhen.

[0012] Ferner ist es bei direkteinspritzenden Benzinmotoren besonders wichtig, daß in jedem Betriebspunkt korrekte Strömungsverhältnisse in den Arbeitszylindern vorherrschen, damit das zündfähige Benzin-Luft-Gemisch an die korrekte Stelle nahe der Zündkerze transportiert wird. Hierzu dient eine mittels des Trennbleches erzeugte Tumbleströmung. Das Trennblech teilt den Ansaugkanal in zwei Kanalhälften. In bestimmten Betriebssituationen ist es zum Aufrechterhalten korrekter Strömungsverhältnisse erforderlich, eine Kanalhälfte mittels einer Ladungsbewegungsklappe stromauf des Trennbleches zu verschließen. Hierbei kann es jedoch in unerwünschter Weise dazu kommen, daß sich die geschlossene Ladungsbewegungsklappe im Saugtakt des entsprechenden Zylinders in Abhängigkeit vom angesaugten Luftstrom u. a. aufgrund einer Druckdifferenz vor und hinter der Ladungsbewegungsklappe öffnet. Dies hat entsprechende nachteilige Auswirkungen auf die Zylinder-

derinnenströmung.

[0013] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Brennkraftmaschine der obengenannten Art dahingehend zu verbessern, daß eine übermäßige Verkokung von Bauteilen der Brennkraftmaschine, wie dem Einlaßventil, verhindert ist. Ferner liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Funktionssicherheit einer Ladungsbewegungsklappe zu erhöhen.

[0014] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Brennkraftmaschine der o. g. Art mit den in Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0015] Dazu ist es erfindungsgemäß vorgesehen, daß das Trennblech wenigstens eine die Kanalhälften miteinander verbindende Öffnung aufweist.

[0016] Dies hat den Vorteil, daß in ausreichender Entfernung vor dem Einlaßventil niedergeschlagene Rückstände in den unteren Teil des Einlaßkanals ablaufen und von dort beim Öffnen des Einlaßventils relativ ungehindert in den Brennraum abströmen können, ohne daß sich ein Abschnitt des Ventilschaftes als Hindernis im Strömungsweg befindet. Somit können sich am Ventilschaft Vorkokungsablagerungen nicht aufbauen. Desweiteren stellt sich in vorteilhafter Weise eine Druckausgleich zwischen den beiden Kanalhälften ein, so daß sich bei geschlossener Ladungsbewegungsklappe stromab derselben kein Unterdruck aufbauen kann, der die Schließstellung der Ladungsbewegungsklappe in unerwünschter Weise beeinträchtigen würde.

[0017] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Öffnung schlitzförmig, rechteckig oder als Bohrung ausgebildet. Beispielsweise sind mehrere Öffnungen in Strömungsrichtung und/oder senkrecht zur Strömungsrichtung im Einlaßkanal nebeneinander liegend ausgebildet.

[0018] Um einen möglichst vollständigen Übergang von auf dem Trennblech kondensierten Ablagerungen von der oberen in die untere Kanalhälfte sicher zu stellen, ist die Öffnung derart ausgebildet und angeordnet, daß sie die Kanalhälften über einen wesentlichen der Teil entlang der Breite des Trennbleches miteinander verbinden.

[0019] Zweckmäßigerweise ist die Öffnung in einem Bereich zwischen einem einlaßventilseitigen Ende und einer Mitte des Trennbleches ausgebildet.

[0020] Im Zusammenwirken des Trennbleches mit einer Ladungsbewegungsklappe hat die wenigstens eine die beiden Kanalhälften verbindende Öffnung den besonderen Vorteil, daß ein Druckausgleich zwischen den beiden Kanalhälften erfolgt. Dadurch wird ein ggf. die Ladungsbewegungsklappe in unerwünschter Weise öffnender Unterdruck vermieden.

[0021] Einen besonders guten Druckausgleich zwischen den Kanalhälften erzielt man dadurch, daß die Öffnung benachbart zu einem der Ladungsbewegungsklappe zugewandten Ende des Trennbleches ausgebildet ist.

[0022] Weitere Merkmale, Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, sowie aus der nachstehenden Beschreibung der Erfindung anhand der beigefügten Zeichnung. Diese zeigt in [0023] Fig. 1 eine bevorzugte Ausführungsform einer Brennkraftmaschine in schematischer Schnittansicht,

[0024] Fig. 2 eine bevorzugte Ausführungsform eines in einen Einlaßkanal eingegossenen Trennbleches in Aufsicht und

[0025] Fig. 3 bis 8 weitere bevorzugte Ausführungsform eines Trennbleches in Aufsicht.

[0026] Die in Fig. 1 schematisch dargestellte Brennkraftmaschine in Form eines Ottomotors mit Direkteinspritzung von Kraftstoff umfaßt ein Kurbelgehäuse 10 in dem sich ein

Kolben 12 in einem Arbeitszylinder 14 auf und ab bewegt, wobei durch einen thermodynamischen Kreisprozeß in bekannter Weise Arbeit geleistet und die Oszillationsbewegung des Kolbens 12 auf eine nicht dargestellte Kurbelwelle als Drehbewegung übertragen wird. Der Kolben trennt einen Brennraum 16 ab. Dem Brennraum 16 wird über einen Ansaugkanal 18 Frischluft zugeführt. Ein Einlaßventil 20 öffnet oder schließt wahlweise eine Verbindung zwischen dem Brennraum 16 und dem Ansaugkanal 18. Das Einlaßventil 20 umfaßt einen Ventilschaft 22 und einen Ventilteller 24. Letzterer liegt im geschlossenen Zustand dichtend an einem Sitzring an. Eine in Fig. 1 nicht dargestellte Nockenwelle betätigt über einen entsprechenden Nocken das Einlaßventil 20. Der Einlaß- oder Ansaugkanal 18 wird von einem Trennblech 30 in einen oberen Kanal 32 und einen unteren Kanal 34 unterteilt. Eine Einspritzvorrichtung 40 für Kraftstoff ist derart angeordnet, daß diese den Kraftstoff direkt in den Brennraum 16 einspritzt. Es handelt sich somit bei der dargestellten Brennkraftmaschine um einen Ottomotor mit Direkteinspritzung. Der Einlaßkanal 18 mit dem Trennblech 30 und dem Einlaßventil 20 ist derart ausgebildet, daß sich beim Einströmen von Luft aus dem Einlaßkanal 20 in den Brennraum 16 eine Tumbleströmung einstellt. Zusammen mit der Einspritzrichtung des Kraftstoffes wird in einem Verdichtungsstakt ein zündfähiges Kraftstoff-Luft-Gemisch zu einer Zündkerze 50 transportiert. Diese zündet das Kraftstoff-Luft-Gemisch und es wird über den Kolben 12 Arbeit geleistet. Anschließend wird entsprechend entstandenes Abgas über ein Auslaßventil 52 und einen Abgaskanal 54 abgeleitet.

[0027] Das Trennblech 30 weist, wie aus Fig. 1 und 2 ersichtlich, erfindungsgemäß einen sich quer zur Strömungsrichtung 53 (Fig. 2) im Einlaßkanal 18 erstreckenden Schlitz 56 auf, welcher im Bereich des Trennbleches 30 den oberen Kanal 32 und den unteren Kanal 34 miteinander verbindet. Sofern auf dem Trennblech 30 Ablagerungen kondensieren, welche dann von der Strömung auf dem Trennblech 30 in Richtung Einlaßventil 20 transportiert werden, fallen diese Ablagerungen durch den Schlitz 56 vom oberen Kanal 32 in den unteren Kanal 34. Ein Pfeil 58 in Fig. 1 deutet den Bewegungsverlauf entsprechender, auf dem Trennblech 30 kondensierter Ablagerungen an. Im unteren Kanal können diese kondensierten Ablagerungen dann ohne Hindernis in den Brennraum 16 abströmen.

[0028] Mit Pfeil 60 ist ein Bewegungsverlauf der kondensierten Ablagerungen ohne Öffnung 56 angedeutet. Hierbei würden die Ablagerungen im oberen Kanal 32 auf ein Hindernis in Form des Ventilschaftes 22 stoßen und ggf. an diesem haften, so daß sie der Schwerkraft folgend in Richtung Ventilteller 24 am Ventilschaft 22 herunter laufen. Dort bildet sich dann in der Kehlung eine entsprechende und unerwünschte Verkokungsablagerung 61 des Einlaßventils 20. Durch den erfindungsgemäßen Schlitz 56 ist dieser Prozeß wirksam verhindert.

[0029] Der Schlitz 56 kann alternativ auch als eine oder mehrere nebeneinander liegende Öffnungen oder Bohrungen ausgebildet sein.

[0030] Wie weiterhin aus Fig. 1 ersichtlich, ist zum wahlweise Verschließen der unteren Kanalhälfte 34 in bestimmten Betriebssituationen der Brennkraftmaschine zum sicherstellen einer korrekten Zylinderinnenströmung eine Ladungsbewegungsklappe 62 vorgesehen. In Fig. 1 ist die Ladungsbewegungsklappe 62 in Schließstellung dargestellt. Durch die Öffnung 56 stellt sich ein Druckausgleich zwischen der oberen Kanalhälfte 32 und der unteren Kanalhälfte 34 ein, so daß sich stromab der Ladungsbewegungsklappe 62 kein das Verschließen der unteren Kanalhälfte 34 beeinträchtigender Unterdruck aufbauen kann.

[0031] Fig. 3 bis 8 zeigen verschiedene Ausführungsformen des Trennbleches 30, welche besonders für den Druckausgleich zwischen den Kanalhälften 32, 34 vorteilhaft sind. Dabei sind die Öffnungen 56 bevorzugte nahe einem der Ladungsbewegungsklappe 62 zugewandten Ende 64 des Trennbleches 30 ausgebildet (Fig. 3, 4, 7 und 8). Die Öffnungen 56 können sich jedoch auch über die gesamte Länge des Trennbleches 30 erstrecken (Fig. 5 und 6). Die Öffnungen 56 sind beispielsweise rund (Fig. 3 und 6), rechteckig (Fig. 4 und 7) oder gitterförmig (Fig. 5 und 8) ausgebildet. 10

#### [Bezugzeichenliste]

BEZUGSZEICHENLISTE 10 Kurbelgehäuse 12 Kolben 14 Arbeitszylinder 16 Brennraum 18 Ansaugkanal 20 Einlaßventil 22 Ventilschaft 24 Ventilteller 30 Trennblech 32 obere Kanal 34 unterer Kanal 40 Einspritzvorrichtung 50 Zündkerze 52 Auslaßventil 53 Strömungsrichtung 54 Abgaskanal 56 Schlitz/Öffnung 58 Pfeil 60 Pfeil 61 Verkokungsablagerung 62 Ladungsbewegungsklappe 64 Ende des Trennbleches 20

#### Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine, insbesondere Ottomotor, insbesondere eines Kraftfahrzeuges, mit einer Einspritzvorrichtung (40) für Kraftstoff (42), welche derart angeordnet und ausgebildet ist, daß diese den Kraftstoff (42) direkt in einen Brennraum (16) von Arbeitszylindern (14) der Brennkraftmaschine einspritzt, mit einem Ansaugkanal (18), welcher von einem Trennblech (30) in zwei Kanalhälften (32, 34) unterteilt ist, und mit wenigstens einem Einlaßventil (20) pro Arbeitszylinder, welches stromab des Trennbleches (30) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Trennblech (30) wenigstens eine die Kanalhälften (32, 34) miteinander verbindende Öffnung (56) aufweist. 25
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnung (56) schlitzförmig, rechteckig oder als Bohrung ausgebildet ist. 30
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Öffnungen (56) in Strömungsrichtung (53) und/oder senkrecht zur Strömungsrichtung (53) im Einlaßkanal (18) nebeneinander liegend ausgebildet sind. 35
4. Brennkraftmaschine nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnung (56) derart ausgebildet und angeordnet ist, daß sie die Kanalhälften (32, 34) über einen wesentlichen Teil entlang der Breite des Trennbleches (30) miteinander verbinden. 40
5. Brennkraftmaschine nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnung (56) in einem Bereich zwischen einem einlaßventilseitigen Ende und einer Mitte des Trennbleches (30) ausgebildet ist. 45
6. Brennkraftmaschine nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß stromauf des Trennbleches (30) eine Ladungsbewegungsklappe vorgesehen ist. 50
7. Brennkraftmaschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnung (56) benachbart zu einem der Ladungsbewegungsklappe zugewandten Ende des Trennbleches ausgebildet ist. 55

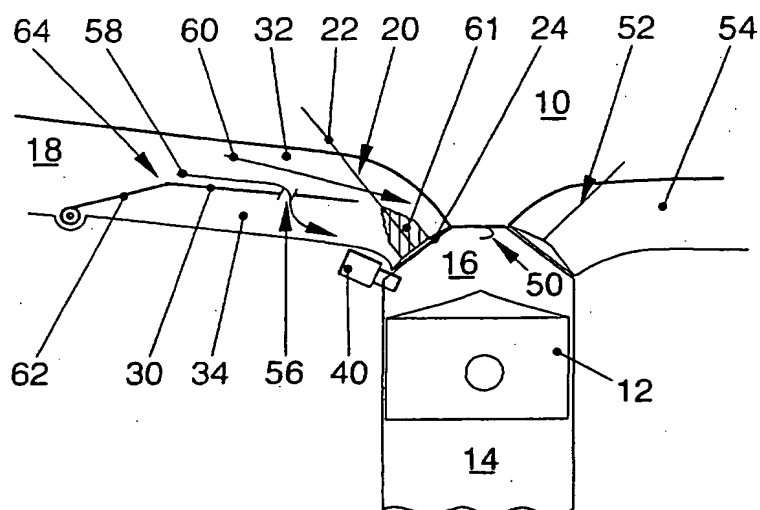


FIG. 1

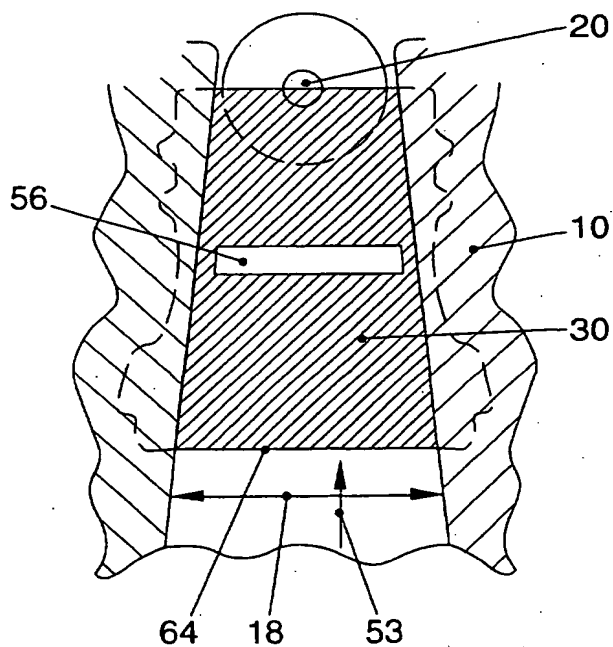


FIG. 2

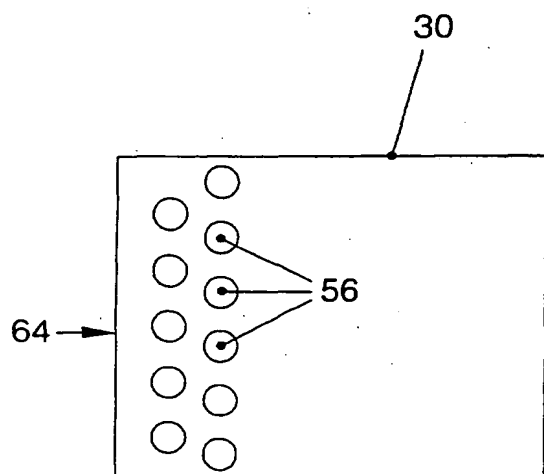


FIG. 3

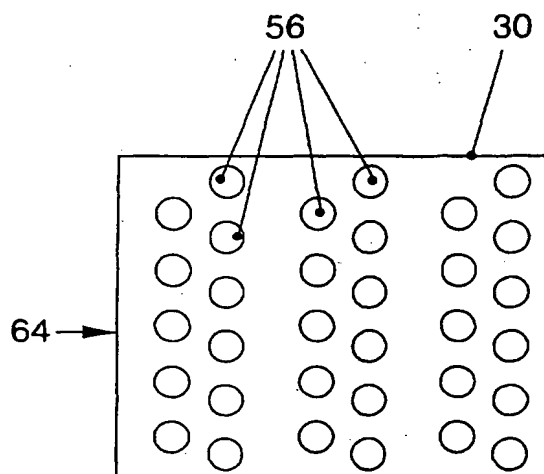


FIG. 6

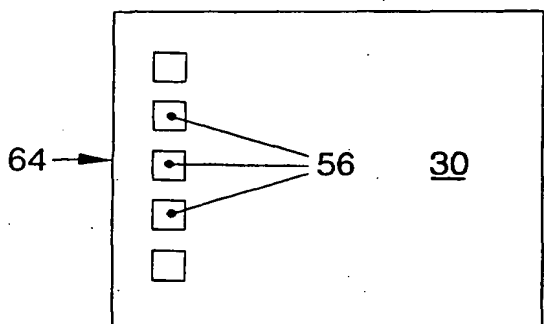


FIG. 4

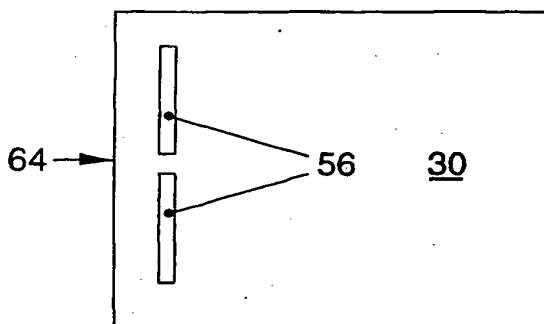


FIG. 7

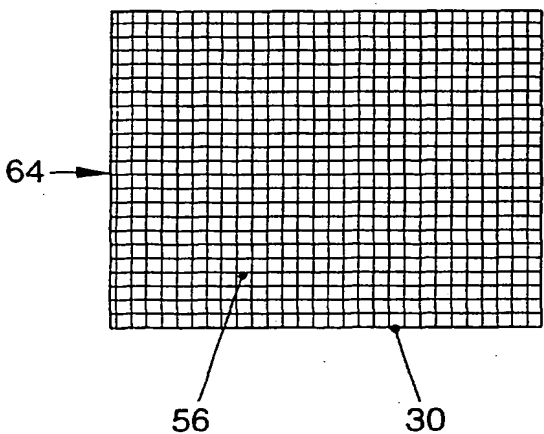


FIG. 5

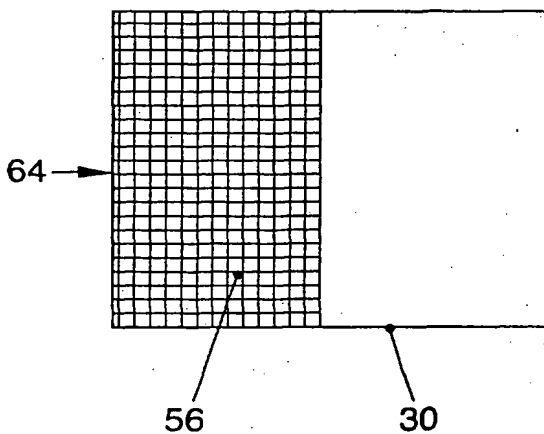


FIG. 8